中国肠道传染病流行特征及空间聚集性分析

林小丹，毛秀华，姚卫光[*]

基金项目：广东省高校哲学社会科学重点实验室：公共卫生政策研究与评价资助项目（2015SWSYS0010）；广州公共卫生服务体系建设研究基地资助项目（2021-2023）

510515 广东省广州市，南方医科大学卫生管理学院

*通信作者：姚卫光，教授，硕士生导师；E-mail：469342532@qq.com

【摘要】目的 分析 2008—2018 年中国肠道传染病的流行病学特点、空间分布及聚集性特征，为优化肠道传染病的防控策略提供依据。**方法** 采用描述性流行病学、空间自相关及时空聚集性分析方法对 2008—2018 年中国肠道传染病的监测数据进行时空流行病学特征分析，确定疫情防控的季节和重点地区。**结果** 2008—2018 年中国肠道传染病累计报告 3 220 480 例，年均发病率为 7.25/10 万，发病率整体呈下降趋势。伤寒和副伤寒、痢疾发病高峰为 5—10 月，病毒性肝炎无明显季节性规律。肠道传染病呈明显的空间聚集性分布，西南地区为伤寒和副伤寒高发病率聚集区，西北内陆为病毒性肝炎高发病率聚集区，京津两地为痢疾高发病率聚集区。时空扫描统计结果显示，三类肠道传染病均呈较明显的时空聚集性。伤寒和副伤寒 I 类聚集区域在云南，时间为 2009—2013 年；病毒性肝炎 I 类聚集区分布在以西藏为中心的 9 个地区，时间为 2008—2011 年；痢疾 I 类聚集区域在北京和天津，时间为 2008—2012 年。**结论** 中国肠道传染病发病明显下降，防制效果显著，且存在明显的时空聚集性。建议以此为指导，确定重点防控区域，根据不同聚集模式制定防控策略。

【关键词】 肠道传染病；时空分布特征；流行病学；空间自相关；时空扫描

【中图分类号】 R 181 【文献标志码】

Analysis of the epidemiological characteristics and spatial aggregation of intestinal infectious diseases in China

*LIN Xiaodan, MAO Xiuhua, YAO Weiguang**

School of Health Management, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China

[*]*Corresponding author: YAO Weiguang, Professor, Master supervisor; E-mail: 469342532@qq.com*

【Abstract】 Objective To analyze the epidemiological characteristics, spatial distribution and aggregation features of intestinal infectious diseases in China from 2008 to 2018, and to provide a reference basis for optimizing the prevention and control strategies of intestinal infectious diseases. **Methods** Descriptive epidemiology, spatial autocorrelation, and spatial and temporal aggregation analysis were used to analyze the spatio-temporal epidemiological characteristics of surveillance data of intestinal infectious diseases in China from 2008 to 2018, and to determine the seasons and key regions for epidemic prevention and control. **Results** A cumulative total of 3,220,480 cases of enteric infectious diseases were reported in China from 2008 to 2018, with an average annual incidence rate of 7.25/100 000 and an overall decreasing trend in incidence. The peak incidence of typhoid and paratyphoid fever and dysentery was from May to October, while viral hepatitis had no obvious seasonality.. The spatial aggregation distribution of intestinal infectious diseases was obvious, with high incidence of typhoid and paratyphoid in the southwest, high incidence of viral hepatitis in the inland northwest, and high incidence of dysentery in Beijing and Tianjin. The results of the spatio-temporal scan statistics showed that all three types of enteric infectious diseases showed a more pronounced spatio-temporal aggregation. Typhoid and paratyphoid fever I clusters were in Yunnan from 2009 to 2013; viral hepatitis I clusters were distributed in nine regions centered in Tibet from 2008 to 2011; dysentery I clusters were in Beijing and Tianjin from 2008 to 2012. **Conclusion** The incidence of intestinal infectious diseases in China has decreased significantly, and the prevention and control effect is remarkable, and there is obvious spatial and temporal aggregation. It is recommended to use this as a guide to identify key prevention and control areas and to develop prevention and control strategies according to different aggregation patterns.

【Key words】 Enteric infectious diseases; spatial and temporal distribution characteristics; epidemiology; spatial autocorrelation; spatial and temporal scan

肠道传染病是由多种细菌、病毒和寄生虫引起，以恶心、呕吐、腹痛、腹泻为主要症状的经消化道传播的疾病

[1]。此类疾病对各年龄段人群普遍易感，具有传染性强，传播途径广泛而复杂，疾病负担重等特点[2-4]。随着经济社会的发展、生态环境和人类行为方式的变化、各项卫生防控措施的落实，肠道传染病的流行特征发生了较大的变化，但仍长期高居我国甲乙类法定报告传染病首位。中国疾病预防控制信息系统传染病监测系统显示，2018 年全国（不含香港、澳门和台湾地区）报告肠道传染病发病 162 322 例，发病率为 11.69/10 万，按传播途径位居甲乙类传染病首位[5]，可见肠道传染病疫情形势仍较严峻，是我国主要的公共卫生问题之一。因此，动态追踪我国肠道传染病的变化趋势和不同类型疾病的流行病学特征仍是迫切的需求。

既往研究对肠道传染病病原学与流行特征进行了分析，包括不同类型肠道传染病时间序列分析及预测[4,6]；按不同性别、年龄和职业划分某类肠道传染病发病率的变化趋势和季节性规律[7,8]；通过空间统计方法，分析特定时间范围内某一空间尺度下肠道传染病分布的时空聚集性及空间分布模式研究[4,9,10]。以市（县）为空间尺度的研究[7,8,10]居多，全国范围、长时间序列的时空聚集分析较少。基于此，本研究分析我国 2008—2018 年肠道传染病（伤寒和副伤寒、病毒性肝炎、痢疾）流行病学特点，以较大的空间尺度和时间跨度，结合时空扫描与地理信息系统，分析我国肠道传染病的时空分布特征，探索时空聚集范围和时空聚集性的变化趋势，为肠道传染病的预防控制工作提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

我国甲乙类法定报告肠道传染病包括霍乱、脊髓灰质炎、伤寒和副伤寒、病毒性肝炎（甲型、戊型和未分型肝炎）、痢疾 5 种类型[3]，鉴于霍乱和脊髓灰质炎发病率极低，本研究仅对伤寒和副伤寒、病毒性肝炎、痢疾进行分析。数据来源于中国疾病预防控制中心发布的法定传染病报告[11]，以 2008 年 1 月至 2018 年 12 月中国 31 个省、自治区和直辖市（未包括港澳台地区）发生的共 3 220 480 例肠道传染病疫情和发病率作为研究数据。同期人口数据来源于《中国统计年鉴》（2009—2019）[12]。全国行政区矢量地图及经纬度坐标通过国家基础地理信息中心获取[13]。

1.2 研究方法

1.2.1 描述性分析

以发病数、发病率等为主要指标对肠道传染病的流行病学特征进行描述分析。采用χ^2趋势性检验进行发病率的趋势分析。

1.2.2 空间自相关

空间自相关分析主要研究空间中要素单元是否与其相邻要素单元存在相关性，是度量要素单元聚集程度的方法[14]，包括全局空间自相关分析和局部空间自相关分析。其中全局自相关反映肠道传染病发病在整个区域空间上的分布特征，通过计算全局 Moran's *I* 值和 *P* 值判断发病属于集聚、分散、随机三者中的何种分布状态。Moran's *I* 值的取值范围为[-1,1]，正值表示各地区发病呈空间正相关；负值则表示各地区发病呈空间负相关[15]。Moran's *I* 值的大小表示集聚趋势的强度。并对全局 Moran's *I* 值进行 *Z* 检验，*P* 值>0.05 说明发病率空间分布状态为随机分布；*P* 值<0.05 表示发病率空间分布为非随机分布。全局 Moran's *I* 值的计算公式如下[14]：$\text{Moran's } I=\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}W_{ij}(x_i-\bar{x})(x_j-\bar{x})}{\sum_{i}^{n}\sum_{j}^{n}W_{ii}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}$，其中，n 为省级行政区的数量，x 为某一类型病种的发病率，W_{ij}表示第 i，j 区域的空间权重矩阵。局部空间自相关可探究肠道传染病发病在局部区域上的空间分布特征，绘制空间关联局部指标（local indicators of spatial association, LISA）聚集性地图显示，分为 4 种模式，即“高—高聚集”、“低—低聚集”、“低—高聚集”和“高—低聚集”[16]。

1.2.3 时空扫描统计量

时空扫描统计[17]用于识别疾病的高发地区和聚集时间。本研究基于离散型 Poisson 分布模型[18]，以圆柱高为时间，底部为地理区域构建动态圆柱形窗口，通过扫描窗口的移动对肠道传染病发病进行扫描统计，计算每个扫描窗口的预期发病例数，根据实际和预期发病例数计算对数似然比（Log Likelihood Ratio, *LLR*）和相对危险度（Relative Risk, *RR*）来判断不同时间和地理位置发病的聚集程度[17]。计算公式为：$LLR=\log\left\{(\frac{C}{n})^c\left[\frac{(C-c)}{(C-n)}\right]^{(C-c)}\right\}$。其中 C 为研究周期某一类型病种的总发病例数，c 为扫描窗口内该病种的实际发病例数，n 为扫描窗口内该病种的预期发病例数。*RR* 值是该聚集区内外发病风险之比。结合多数传染病研究与数据统计特征进行相关参数的设置，即设定 25%的风险人口数作为 Kulldorff 圆形扫描统计量中最大空间扫描窗口的适宜尺度，运用蒙特卡罗模拟 999 次进行统计学检验，选取 *LLR* 值最大且 *P*<0.01 的扫描窗口为 I 类聚集区。

1.3 统计分析

Excel 2019 和 SPSS 26.0 软件用于描述性分析。选择 2008、2013、2018 年 3 个时间节点，使用 ArcGIS 10.8 软件绘制发病率分级地图和 LISA 集聚地图。时空扫描分析使用 SaTScan (v10.0.2)软件。检验水准 α=0.05。

2 结果

2.1 肠道传染病流行特征

2008—2018 年中国肠道传染病累计报告 3 220 480 例，年均发病率为 7.25/10 万，整体呈下降趋势（$P<0.01$）。其中，伤寒和副伤寒 991 336 例，占 30.78%，发病率由 2008 年的 1.18/10 万下降至 2018 年的 0.78/10 万，病毒性肝炎 142 490 例，占 4.42%，发病率由 2008 年的 9.81/10 万下降至 2018 年的 4.34/10 万，痢疾 2 086 654 例，占 64.79%，发病率由 2008 年的 23.65/10 万下降至 2018 年的 6.56/10 万。见表 1。

表 1 2008—2018 年中国肠道传染病的报告发病概况

Table 1 Overview of reported incidence of enteric infectious diseases in China, 2008-2018

年份	伤寒和副伤寒		病毒性肝炎		痢疾	
	发病数	发病率(/10 万)	发病数	发病率(/10 万)	发病数	发病率(/10 万)
2008	15 641	1.18	129 649	9.81	312 522	23.65
2009	16 938	1.28	113 564	8.55	271 551	20.45
2010	14 041	1.05	104 361	7.82	252 248	18.90
2011	11 798	0.88	105 137	7.84	237 930	17.74
2012	11 998	0.89	92 092	6.84	207 429	15.40
2013	14 136	1.04	85 743	6.33	188 669	13.93
2014	13 768	1.02	84 516	6.24	153 585	11.33
2015	11 637	0.85	76 834	5.64	138 917	10.20
2016	10 899	0.80	71 968	5.25	123 283	8.99
2017	10 791	0.78	67 173	4.87	109 368	7.93
2018	10 843	0.78	60 299	4.34	9 1152	6.56

2008—2018 年肠道传染病每月均有病例报告，发病趋势呈现流行强度逐年减弱的特点。其中，伤寒和副伤寒、痢疾发病具有较强的季节性，历年发病呈单峰流行的特征，5—10 月病例数分别占总病例数的 63.46%、70.80%，其中 6—9 月达到发病高峰，病例数分别占总病例数的 44.70%、52.63%。病毒性肝炎无明显季节性规律，1—6 月为发病高峰，历年病例数占总病例数的 53.04%，近几年出现发病高峰随时间后移的现象。见图 1。

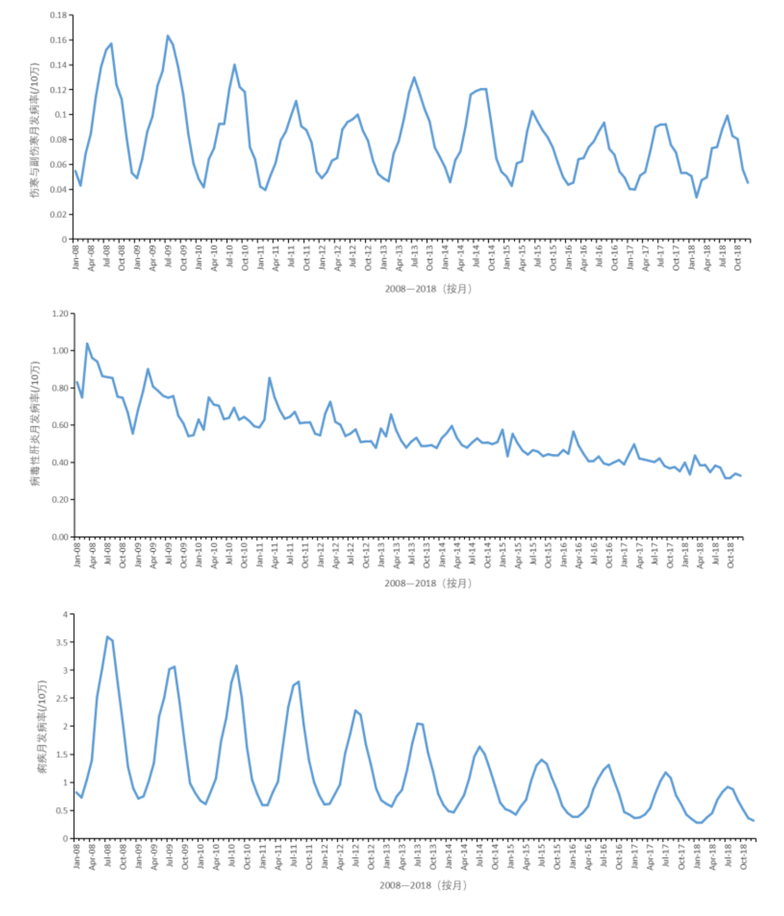
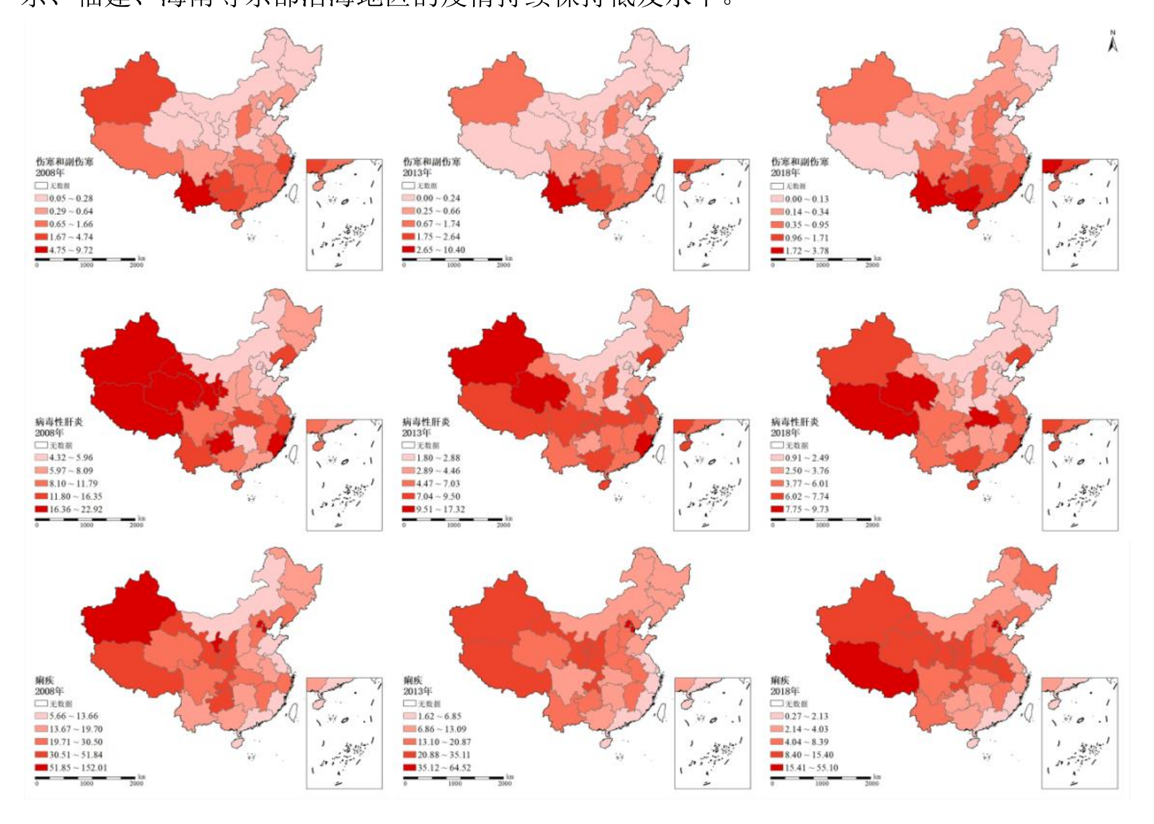


图 1 2008—2018 年中国肠道传染病月发病率趋势图

Figure 1 Monthly incidence trends of intestinal infectious diseases in China, 2008-2018

2.2 肠道传染病发病率的空间分布

肠道传染病呈散发流行，各地区均出现了不同程度的疫情，见图 2。具体表现为：伤寒和副伤寒高发区域集中在西南地区，云南、贵州、广西的疫情较为严重，而黑龙江、吉林、山东等地的疫情持续保持低发水平。病毒性肝炎高发区域集中在西部地区，东、中部地区有少部分省市发病率较高，西藏、青海、湖北、新疆为高发病率地区，内蒙古、河北、河南等地为低发病率地区。痢疾高发病率地区主要集中在北京和天津，新疆、宁夏、西藏的疫情较为严重，广东、福建、海南等东部沿海地区的疫情持续保持低发水平。



注：该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS（2020）4619 的标准地图制作，底图无修改。

图 2 2008—2018 年中国肠道传染病发病率空间分布

Figure 2 Spatial distribution of the incidence of intestinal infectious diseases in China, 2008-2018

2.3 肠道传染病发病率的空间聚集性分析

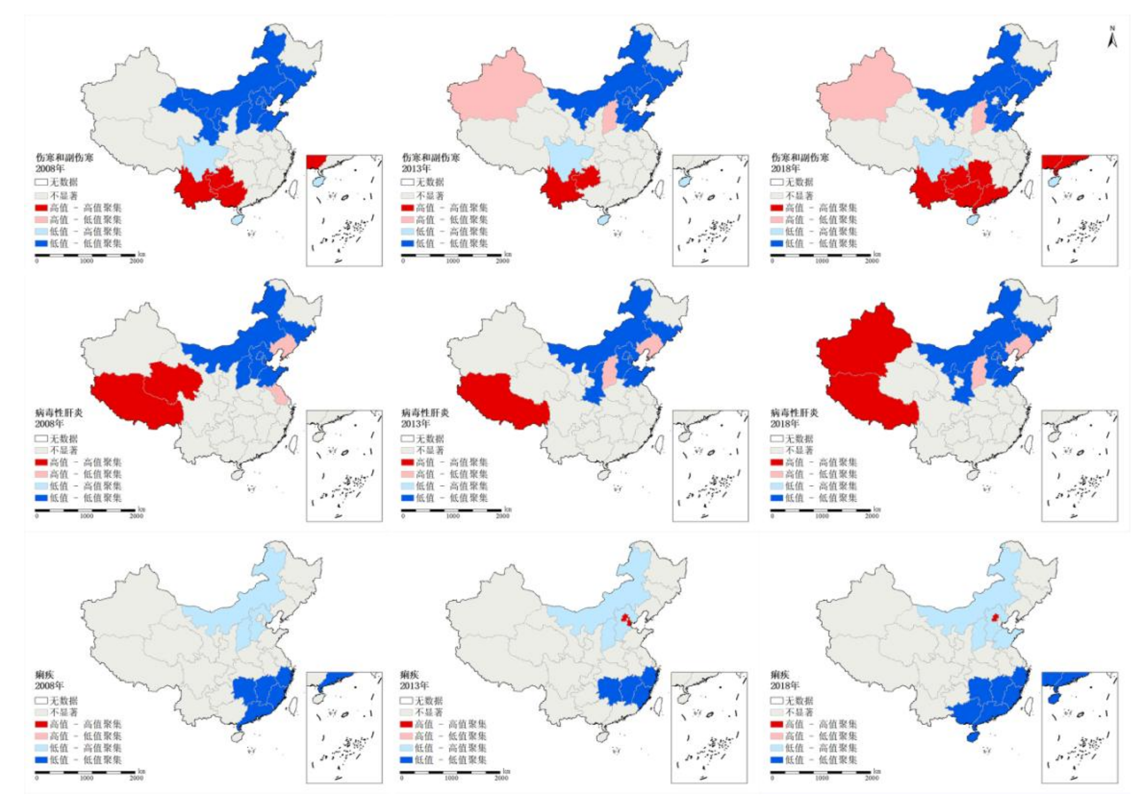
全局空间自相关分析结果显示，2008—2018 年伤寒和副伤寒、病毒性肝炎、痢疾发病率的全局 Moran's *I* 值均为正值，介于 0.06—0.24 之间。经检验，除 2014 年伤寒和副伤寒发病率、2016 年病毒性肝炎发病率以外，其余年份 *P* 值<0.05，有统计学意义，表明肠道传染病发病率在全国范围内存在空间正相关关系，且具有较显著的空间聚集性，而非随机分布。由表 2 可看出，2008—2014 年伤寒和副伤寒的 Moran's *I* 值从 0.15 下降至 0.06，随后出现大幅度上升，从 0.06 大幅度上升至 0.22，表示伤寒和副伤寒在全国的空间聚集性由相对较弱转变为相对较强。相比之下，病毒性肝炎发病率的空间聚集性呈先下降后上升的趋势，Moran's *I* 值由 2008 年的 0.24 下降至 2016 年的 0.07，又上升至 2018 年的 0.19，总体来看空间聚集性有所减弱。痢疾发病率的空间聚集性较强，历年 Moran's *I* 值发展较为平稳，在 0.17—0.24 之间波动。

表 2 2008—2018 年中国肠道传染病发病率全局空间自相关分析

Table 2 Global spatial autocorrelation analysis of the incidence of enteric infectious diseases in China, 2008-2018

年份	伤寒和副伤寒		病毒性肝炎		痢疾	
	Moran's *I* 值	*P* 值	Moran's *I* 值	*P* 值	Moran's *I* 值	*P* 值
2008	0.15	0.003	0.24	<0.001	0.20	0.001
2009	0.13	0.004	0.24	<0.001	0.18	0.001
2010	0.11	0.009	0.17	0.004	0.19	<0.001
2011	0.13	0.002	0.20	0.002	0.24	<0.001
2012	0.11	0.002	0.19	0.002	0.24	<0.001
2013	0.10	0.009	0.16	0.009	0.22	<0.001
2014	0.06	0.055	0.09	0.046	0.24	<0.001
2015	0.13	0.003	0.15	0.008	0.23	<0.001
2016	0.18	0.001	0.07	0.128	0.23	<0.001
2017	0.19	<0.001	0.13	0.031	0.22	<0.001
2018	0.22	<0.001	0.19	0.004	0.17	0.001

局部空间自相关分析结果显示，肠道传染病发病率呈较明显的空间演变特征。具体为，伤寒和副伤寒“高—高聚集区”集中分布在西南地区（贵州、云南），并向东部临近省份地区（广西、湖南）辐射，“低—低聚集区”的范围较大，主要分布在内蒙古和内蒙古周围省份，四川、海南呈现低高聚集特征，新疆、山西为 2013 和 2018 年的“高—低聚集区”。病毒性肝炎的“高—高聚集区”主要分布在西部内陆（西藏、青海、新疆），“低—低聚集区”主要分布在内蒙古、河北、北京等华北地区。辽宁、江苏、山西呈现高低聚集特征。痢疾方面，北京、天津在 2013 年呈现高高聚集特征，随着时间变化，天津的高高聚集特征逐渐消失，“低—低聚集区”集中分布在东、中部地区（浙江、江西、湖南、福建），且范围有向南部临近省份（广东、广西、海南）逐渐扩大的趋势，“低—高聚集区”主要分布在内蒙古、山西、河北等华北地区。见图 3。



注：该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS（2020）4619 的标准地图制作，底图无修改。

图 3 2008—2018 年中国肠道传染病发病率 LISA 聚集模式地图

Figure 3 Map of the LISA aggregation pattern of the incidence of enteric infectious diseases in China, 2008-2018

2.4 时空扫描分析

按省市、以年为周期对 2008—2018 年中国肠道传染病数据进行逐年时空扫描，数据结果显示，肠道传染病发病在时空上存在明显聚集性。伤寒和副伤寒发病的 I 类聚集区位于 2009—2013 年，主要分布在云南，*RR*=12.44。病毒性肝炎的 I 类聚集区位于 2008—2011 年，主要分布在西部地区，覆盖 9 个省市（西藏、青海、四川、云南、甘肃、重庆、新疆、贵州、宁夏），最大扫描半径为 1679.46km，*RR*=1.91。痢疾的 I 类聚集区位于 2008—2012 年，主要分布在北京和天津，最大扫描半径为 108.31km，*RR*=7.57。见表 3。

表 3 2008—2018 年中国肠道传染病逐年时空扫描结果

Table 3 Results of year-by-year temporal scan of enteric infectious diseases in China, 2008-2018

疾病名称	聚集时间（年）	聚集中心[扫描半径（km）]	涉及省（市）数	实际发病数	理论发病数	*RR* 值	*LLR* 值	*P* 值
伤寒和副伤寒	2009—2013	云南（0）	1	23 375	2 213.53	12.44	35 618.36	<0.001
病毒性肝炎	2008—2011	西藏（1679.46）	9	122 748	68 208.18	1.91	19 226.94	<0.001
痢疾	2008—2012	北京（108.31）	2	152 409	21 499.05	7.57	171 831.80	<0.001

3 讨论

本研究基于 2008—2018 年中国肠道传染病的监测数据进行分析，总结三类肠道传染病的流行病学特征、明确疫情高发地区和时空聚集特征，为不同地区肠道传染病聚集风险研判、预警及防控策略的制定提供依据。研究发现，2008—2018 年中国肠道传染病年均发病率为 7.25/10 万，发病率整体呈下降趋势，与朱斌等[9]报道的甲乙类法定传染病变化趋势一致，表明肠道传染病预防控制取得了一定的成效[19]。但整体防控形势依然严峻，其中痢疾累计报告病例数占肠道传染病累计报告病例总数的 64.79%，在各年度肠道传染病中位居首位，提示痢疾是肠道传染病防治工作的重点。

时间分布上，肠道传染病发病存在较明显的季节性，不同类型的肠道传染病高发季节略有差异。伤寒和副伤寒、痢疾流行于夏秋季，高发季节为 5—10 月，占总病例数的 63.46%和 70.80%，6—9 月达到发病高峰，占总病例数的 44.70%和 52.63%。发病季节变化趋势与孟银平[7]、史芸萍[10]等的研究结果类似，各地区发病高峰略有不同，但都集

中在 6—9 月份。受我国自然环境、气候条件等因素的影响，每年 3 月份气温逐渐回升，病毒易存活及传播[8]，伤寒和副伤寒、痢疾的发病数也开始上升。而夏秋季节多数地区相对比较湿热，高温持续时间长，降雨频率与雨量同步增长，使得肠道病原体活跃度升高[20]。此外，夏秋季节盛产蔬菜水果，食物在湿热环境下极易腐烂，滋生苍蝇和蟑螂[21]，增加了发病风险。病毒性肝炎周期性和季节性发病不明显，1—6 月为发病高峰，历年病例数占总病例数的 53.04%，发病高峰有随时间后移的现象。与沙小兰等[8]的研究结果相近。可能原因是甲肝疫苗的推广使用，群体性免疫屏障的形成[22]，及各地区疫情防控的强化，促使大范围的病毒性肝炎暴发疫情得到控制。但各地区病毒性肝炎的季节性并不统一，且不同类型肝炎发病可能存在一定的周期性规律，如孙校金等[23]的研究认为戊肝的 3 月份为戊肝的发病季节，而肖正斌等[24]的研究认为上海市戊肝发病呈周期性波动。提示相关部门应结合肠道传染病的季节性流行趋势制定针对性的防控措施，进一步降低发病水平。

肠道传染病发病率空间分布图显示，伤寒和副伤寒高发区域主要分布在西南地区，云南、贵州、广西的疫情较为严重；病毒性肝炎高发区域集中在西部地区，西藏、青海、湖北、新疆为高发病率地区；痢疾高发病率地区主要集中在北京和天津。为探究肠道传染病在空间上的相关性，进一步揭示空间聚集区域随时间变化的规律，本研究将空间自相关分析和时空扫描统计相结合对我国肠道传染病的时空分布进行分析。空间自相关分析结果显示，肠道传染病发病率呈现显著的空间聚集性。其中伤寒和副伤寒发病的热点区域集中在西南地区的云南、贵州，并随着时间变化逐渐向广西、湖南、广东辐射，病毒性肝炎发病的热点区域集中在西部内陆地区的西藏、青海、新疆，痢疾发病的热点区域在京津地区，与高发病率地区分布基本一致，可见肠道传染病呈现较为明显的区域化特征，故应重点关注疫情聚集区域的动态变化，加强对高发病聚集区的监测。但原云霄等人[25]报道指出，中国传染病发病率呈现对角线分布，西北至东南地区发病率较高、东北至西南地区发病率较低，最低和最高发病率均位于对角线两端，推测可能与疾病的类型及环境因素差异等有关。西南地区处于中低纬度，地形复杂容易出极端气候，细菌、病毒发生变异的可能性大，另外云南当地居民喜食冷饮凉菜[7]，南部沿海地区居民饮食偏好野味[25]、生鲜刺身、饮用生水，容易引起伤寒和副伤寒疫情的暴发和扩散。病毒性肝炎集中分布在西部内陆地区的原因可能与当地经济发展相对落后，医疗卫生机构传染病诊断不规范，疫苗接种覆盖率低，人们居住条件差，且存在不良的卫生习惯[26]等有关。京津地区经济较为发达，传染病监测系统敏感性高，疾病确诊率增加，另外该地区人口密度大且流动频繁，城市负担和环境污染问题突出[27]，在一定程度上增加了痢疾的传播风险。

对肠道传染病进一步进行时空扫描统计，结果显示三类肠道传染病均呈较明显的时空聚集性。伤寒和副伤寒发病的Ⅰ类聚集区位于 2009—2013 年，主要分布在云南；病毒性肝炎的Ⅰ类聚集区位于 2008—2011 年，以西藏为中心，涉及 9 个省市数，覆盖范围比较大，主要分布在西部地区；痢疾的Ⅰ类聚集区位于 2008—2012 年，主要分布在北京和天津，与空间自相关分析研究结果一致。此外，云南是 2009—2011 年伤寒和副伤寒、病毒性肝炎的共同主要聚集区。可能与该省的文化和民族风俗习惯有关，应引起高度关注。综上，应根据不同聚集模式制定防控策略。首先应加大肠道传染病防治宣教力度，广泛发动群众开展环境卫生综合整治等行动，如改水改厕、粪便无害化处理、环境整治、生活垃圾集中无害化处理等，改善公众的居住和工作环境。其次，肠道传染病经水传播极易造成暴发或大规模流行[26]，故应重视热点区域的饮用水管网、污水系统建设，继续加强西南部地区医疗机构预检分诊及肠道门诊工作的指导督导，定期开展相关肠道病毒监测检测技术培训。另外，相关研究表明痢疾、伤寒和副伤寒高发于散居儿童、农民、中老年人等群体[10,26]，故应重点关注高发人群的疫情监测报告，多部门加强联防联控，尤其是卫生和教育部门，采取综合性的疾病预防和卫生整治措施，定期消杀病媒生物，加强食品安全、饮用水卫生的监督执法力度，更好地控制肠道传染病的流行。

本研究还存在一定局限性，首先肠道传染病的时空流行病学特征分析基于历史数据，且研究对象时间跨度有所限制，降低了对疾病预警的时效性；其次肠道传染病受自然、社会经济、各地区疾病的监测手段及诊断标准掌握情况等多种因素的影响，具体影响因素及其影响程度还需在今后的研究中进一步分析。

作者贡献：林小丹、姚卫光负责文章的构思与设计、研究的实施与可行性分析；林小丹、毛秀华负责数据收集与整理、统计学处理；林小丹负责结果的分析与解释、论文撰写；林小丹、姚卫光负责论文的修订、文章的质量控制及审校；姚卫光对文章整体负责，监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

[1] MAO YING, ZHANG NING, ZHU BIN, et al. A descriptive analysis of the Spatio-temporal distribution of intestinal infectious diseases in China[J/OL]. BMC infectious diseases, 2019, 19(1): 766. https://doi.org/10.1186/s12879-019-4400-x.

[2] WENKANG MA, AMR S. SOLIMAN, WAGIDA A. ANWAR, et al. Forecasted impacts of a sofosbuvir-based national hepatitis C treatment programme on Egypt's hepatocellular cancer epidemic: simulation of alternatives[J/OL]. BMJ global

health, 2018, 3(2): e000572. https://doi.org/10.1136/bmjgh-2017-000572.
[3] 肠道传染病[EB/OL]. [2022-03-30]. https://www.chinacdc.cn/did1/crbzt/cdcrb/.
Enteric Infectious Diseases[EB/OL]. [2022-03-30]. https://www.chinacdc.cn/did1/crbzt/cdcrb/.
【题名由本研究团队翻译】
[4] 张璟, 刘伟, 刘艳娜, 等. 济宁市2009-2016年肠道传染病流行状况及疾病负担分析[J]. 中华疾病控制杂志, 2019, 23(02): 217-222. D01:10.16462/j.cnki.zhjbkz.2019.02.019.
ZHANG J, LIU W, LIU Y N, et al. Analysis on the epidemic status and the burden of intestinal infectious diseases in Jining city from 2009to 2016[J]. Chin J Dis Control Prev,2019,23(2):216-221. DOl:10.16462/j.cnki.zhjbkz.2019.02.019.
[5] 2018 年全国法定传染病疫情概况[EB/OL]. [2022-03-21]. http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3578/201904/050427ff32704a5db64f4ae1f6d57c6c.shtml.
National epidemic profile of statutory infectious diseases in 2018[EB/OL].[2022-03-21]. http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3578/201904/050427ff32704a5db64f4ae1f6d57c6c.shtml.
【题名由本研究团队翻译】
[6] 李文豪, 曾昱兴, 李笑颜, 等. SARIMA-GRNN组合模型在伤寒与副伤寒逐月发病数预测中的应用[J]. 中华疾病控制杂志, 2021, 25(11): 1341-1346. DOI:10.16462/j.cnki.zhjbkz.2021.11.019.
LI W H, ZENG Y X, LI X Y, et al. Application of SARIMA-GRNN combined model in forecasting the monthly incidence of typhoid fever and paratyphoid fever[J]. Chin J Dis Control Prev,2021, 25(11): 1341-1346. DOI:10.16462/j.cnki.zhjbkz.2021.11.019.
【题名由本研究团队翻译】
[7] 孟银平, 姜黎黎, 周永明, 等. 云南省2010—2020年伤寒副伤寒流行特征分析[J]. 现代预防医学, 2021, 48(15): 2689-2691+2715.
MENG Y P, JIANG L L, ZHOU Y M, et al. Epidemiological analysis of typhoid and paratyphoid fever in Yunnan,2010—2020[J]. Mod Prev Med, 2021, 48(15): 2689-2691+2715.
【题名由本研究团队翻译】
[8] 沙小兰, 李燕, 蒋泽顺, 等. 2015-2019年银川市乙类肠道传染病流行特征分析[J]. 现代预防医学, 2020, 47(19): 3602-3606.
SHA X L, LI Y, JIANG Z S, et al. Analysis of epidemiological characteristics of class B intestinal infectious diseases in Yinchuan,2015-2019[J]. Mod Prev Med, 2020, 47(19): 3602-3606.
【题名由本研究团队翻译】
[9] 朱斌, 毛瑛. 中国2005—2015年典型法定报告肠道传染病流行趋势及时空集聚分析[J]. 中国公共卫生, 2018, 34(08): 1120-1124.
ZHU B, MAO Y. Prevalence and spatial-temporal clustering of typical notifiable intestinal infectious diseases in China,2005-2015[J]. Chin J Plubic Health, 2018, 34(08): 1120-1124.
【题名由本研究团队翻译】
[10] 史芸萍, 李刚, 刘洋, 等. 2010-2019年北京市法定报告肠道传染病流行病学特征分析[J]. 首都公共卫生, 2021, 15(04): 192-196. DOI:10.16760/j.cnki.sdggws.2021.04.004.
SHI Y P, LI G, LIU Y, et al. Epidemiological characteristics of notifiable intestinal infectious diseases in Beijing,2010-2019[J]. Capital Journal of Public Health, 2021, 15(04): 192-196. DOI:10.16760/j.cnki.sdggws.2021.04.004.
【题名由本研究团队翻译】
[11] 中国疾病预防控制中心[EB/OL]. [2022-03-30]. https://www.chinacdc.cn/.
Chinese Center for Disease Control and Prevention[EB/OL]. [2022-03-30]. https://www.chinacdc.cn/.
【题名由本研究团队翻译】
[12] 国家统计局. 中国统计年鉴 2019[M]. 北京: 中国统计出版社, 2019.
National Bureau of Statistics. China statistical yearbook-2019[M]. Beijing: China Statistics Press, 2019.
【题名由本研究团队翻译】
[13] 国家基础地理信息中心[EB/OL]. [2022-03-30]. http://www.ngcc.cn/ngcc/html/1/index.html.
National Centre for Basic Geographic Information[EB/OL]. [2022-03-30]. http://www.ngcc.cn/ngcc/html/1/index.html.
【题名由本研究团队翻译】
[14] LINA REN, KEN'ICHI MATSUMOTO. Effects of socioeconomic and natural factors on air pollution in China: A spatial

panel data analysis[J/OL]. The Science of the Total Environment, 2020, 740: 140155. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140155.
[15] 杨静，段晓雨，黄甜，等. 云南省 2014-2018 年手足口病疫情时空流行特征[J]. 中华疾病控制杂志，2020，24(03): 290-296. D01:1016462/j.cnki.zhjbkz.2020.03.009.
YANG J, DUAN X Y, HUANG T, et al. Analysis on epidemiological and spatio-temporal characteristics of hand,foot and mouth disease in Yunnan Province from 2014 to 2018 [J]. Chin J Dis Control Prev,2020,24(3):290-296. D0l:10.16462j.cnki.zhjbkz.2020.03.009.
[16] MAYRA PARRA-AMAYA, M. PUERTA, DIANA LIZARRALDE, et al. Early Detection for Dengue Using Local Indicator of Spatial Association (LISA) Analysis[J/OL]. Diseases, 2016, 4: 16. https://doi.org/10.3390/diseases4020016.
[17] MARTIN KULLDORFF, LAN HUANG, LINDA PICKLE, et al. An elliptic spatial scan statistic[J/OL]. Statistics in Medicine, 2006, 25(22): 3929-3943. https://doi.org/10.1002/sim.2490.
[18] 白尧，陈志军，陈保忠，等. 2013-2017 年陕西省手足口病的时空流行特征[J]. 中华疾病控制杂志，2021，25(03): 329-334. D01:1016462 /j.cnki.zhjbkz.2021.03.015.
BAI Y, CHEN Z J, CHEN B Z, et al. The spatio-temporal characteristics of hand-foot-mouth disease in Shaanxi Province,2013-2017 [J]. Chin J Dis Control Prev,2021,25(3):329-334. DOl:10.16462 /j.cnki.zhjbkz.2021.03.015.
[19] 健全传染病防控体系 为人民健康保驾护航_解读_中国政府网[EB/OL]. [2022-03-30]. http://www.gov.cn/zhengce/2021-01/11/content_5578988.htm.
Sound prevention and control system for infectious diseases to protect people's health_Interpretation_Chinese government website[EB/OL]. [2022-03-30]. http://www.gov.cn/zhengce/2021-01/11/content_5578988.htm.
【题名由本研究团队翻译】
[20] 苏通，刘莹莹，赵文娜，等. 河北省 2015—2020 年其他感染性腹泻流行特征及时空聚集性[J]. 中华疾病控制杂志, 2022, 26(02): 175-181. DOl:10.16462/j.cnki.zhjbkz.2022.02.009.
SU T, LIU Y Y, ZHAO W N, et al. Epidemiological characteristics and spatial-temporal cluster analysis of other infectious diarrhea in Hebei Province from 2015 to 2020 [J]. Chin J Dis Control Prev,2022,26(2):175-181. D0l:10.16462j.cnki.zhjbkz.2022.02.009.
[21] 赖彩云，魏志胜，高剑基，等. 北京市海淀区 2005-2016 年甲乙类肠道传染病疫情分析[J]. 中国预防医学杂志，2018, 19(12): 881-885. DOl:10.16506/j.1009-6639.2018.12.001.
LAI C Y, WEI Z S, GAO J J, et al. Epidemiological features of type A and B intestinal infectious diseases in Haidian district of Beijing from 2005 to 2016[J]. Chin Prev Med, 2018, 19(12): 881-885. DOl:10.16506/j.1009-6639.2018.12.001.
【题名由本研究团队翻译】
[22] 杨小兵，邹娇娇，陈邦华，等. 2004-2017 年武汉市病毒性肝炎流行病学特征分析[J]. 中国预防医学杂志，2019, 20(01): 42-47. DOI:10.16506/j.1009-6639.2019.01.011.
YANG X B, ZOU J J, CHEN B H, et al. Epidemiological features of viral hepatitis in Wuhan city in 2004-2017[J]. Chin Prev Med, 2019, 20(01): 42-47. DOI:10.16506/j.1009-6639.2019.01.011.
【题名由本研究团队翻译】
[23] 孙校金，张国民，郑徽，等. 2004—2017 年中国戊型肝炎流行特征分析[J]. 中华预防医学杂志，2019，53(04): 382-387.
SUN X J, ZHANG G M, ZHENG H, et al. Analysis of the epidemiological characteristics of hepatitis E in China, 2004-2017[J]. Chin J of Prev Med,2019, 53(04): 382-387.
【题名由本研究团队翻译】
[24] 肖正斌，陈恺韵，任宏，等. 2005—2019 年戊型肝炎季节性流行特征及时间序列分析[J]. 上海预防医学，2021, 33(10): 923-928. DOI:10.19428/j.cnki.sjpm.2021.20817.
XIAO Z B, CHEN K Y, REN H, et al. Seasonal characteristics and time series analysis of hepatitis E in Shanghai from 2005 to 2019[J]. Shanghai J of Prev Med, 2021, 33(10): 923-928. DOI:10.19428/j.cnki.sjpm.2021.20817.
【题名由本研究团队翻译】
[25] 原云霄，王丽宁，王宝海，等. 中国传染病集聚与扩散的空间计量分析——基于空间面板数据[J]. 数学的实践与认识, 2020, 50(21): 144-150.
YUAN Y X, WANG L N, WANG B H, et al. Spatial econometric analysis of the agglomeration and diffusion of infectious diseases in China--Based on spatial panel data[J]. Practice and Understanding of Mathematics,2020,50(21):144-150.

[26] 单宝磊，宫献升，邓招红，等. 2005-2012 年高密市乙类肠道传染病疫情分析[J]. 现代预防医学，2015，42(09): 1687-1690.

SHAN B L, GONG X S, DENG Z H, et al. Prevalence of group-B intestinal infectious diseases in Gaomi City,2005-2012[J]. Mod Prev Med,2015, 42(09): 1687-1690.

【题名由本研究团队翻译】

[27] 李嫒嫒，徐成东，肖革新，等. 京津唐地区细菌性痢疾社会经济影响时空分析[J]. 地球信息科学学报，2016, 18(12): 1615-1623.

LI Y Y, XU C D, XIAO G X. Spatial-temporal analysis of social-economic factors of bacillary dysentery in Beijing-Tianjin-Tangshan,China[J]. Journal of Geo-Information Science,2016,18(12):1615-1623.